

In re the Application of: Keishi NAKAMURA et al.

Serial No.:09/825,446

Group Art Unit:1745

Filed: April 4, 2001

For: LOW RESISTANCE VALUE RESISTOR

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents  
Washington, D. C. 20231

Date: June 11, 2001

Sir:



The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-102616, Filed April 4, 2000

Japanese Patent Application No. 2000-342198, Filed November 9, 2000

Japanese Patent Application No. 2000-380723, Filed December 14, 2000

Japanese Patent Application No. 2001-063955, Filed March 7, 2001

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI,  
McLELAND & NAUGHTON, LLP

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "William G. Kratz, Jr.".

William G. Kratz, Jr.  
Attorney for Applicants  
Reg. No. 22,631

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

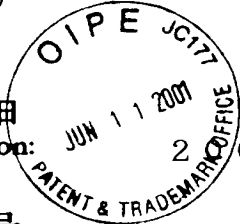
Date of Application: 2001年 3月 7日

出 願 番 号

Application Number: 特願2001-063955

出 願 人

Applicant(s): コーア株式会社



2001年 5月18日

特 許 庁 長 官

及 川 耕 造

出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 1 - 3 0 4 2 3 3 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 A1030001

【提出日】 平成13年 3月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01C 17/00

【発明の名称】 抵抗器、その抵抗器を用いる電子部品及びそれらの使用方法

【請求項の数】 28

【発明者】

【住所又は居所】 長野県上伊那郡箕輪町大字中箕輪 1 4 0 1 6 - 1 4 9 番  
地 コーア株式会社内

【氏名】 仲村 圭史

【特許出願人】

【識別番号】 000105350

【氏名又は名称】 コーア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康德

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-342198

【出願日】 平成12年11月 9日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102486

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 抵抗器、その抵抗器を用いる電子部品及びそれらの使用方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

略板状の抵抗用合金からなる抵抗体と、

高導電率の金属からなる少なくとも二つの第一の電極と、

金属からなる少なくとも二つの第二の電極とを有し、

前記第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの  $1/10$  より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項 2】

前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆されていることを特徴とする請求項 1 に記載の抵抗器。

【請求項 3】

前記抵抗体には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の抵抗器。

【請求項 4】

前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して  $1/150$  より大きく  $1/2$  より小さいことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の抵抗器。

【請求項 5】

前記抵抗体材料は、Fe-Cr 系合金、Cu-Ni 系合金、Ni-Cr 系合金、6 元系合金、7 元系合金、8 元系合金、9 元系合金、Pd-Pt 系合金、Au-Ag 合金、Au-Pt-Ag 合金から選ばれることを特徴とする請求項 4 に記載の抵抗器。

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、エッチング加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されて

いることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 に記載の抵抗器。

【請求項 7】

高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも 2 つの電極と、

前記電極に電気的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗体とを有し、

前記電極の厚みは、前記抵抗体の厚さの  $1/10$  より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項 8】

前記電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆されていることを特徴とする請求項 7 に記載の抵抗器。

【請求項 9】

前記抵抗体には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする請求項 7 または請求項 8 に記載の抵抗器。

【請求項 10】

前記電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して  $1/150$  より大きく、 $1/2$  より小さいことを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の抵抗器。

【請求項 11】

前記抵抗体材料は、Fe-Cr 系合金、Cu-Ni 系合金、Ni-Cr 系合金、6 元系合金、7 元系合金、8 元系合金、9 元系合金、Pd-Pt 系合金、Au-Ag 合金、Au-Pt-Ag 合金から選ばれることを特徴とする請求項 10 に記載の抵抗器。

【請求項 12】

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 11 に記載の抵抗器。

請求項 12

請求項 1 乃至請求項 6 に記載の抵抗器の使用方法であって、

前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの  $1/2$  より

も外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする抵抗器の使用  
方法。

【請求項 1 4】

請求項 7 乃至請求項 1 2 に記載の抵抗器の使用方法であって、

前記電極が前記抵抗体の第一の面であつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記  
抵抗体の第一の面に対向する第二の面であつ前記電極の電流の向きに沿う長さの  
 $1/2$  よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする抵  
抗器の使用方法。

【請求項 1 5】

略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および  
両端部近傍に少なくとも二つの第一の電極、並びに前記第一の面に対向する第二  
の面および両端部近傍に少なくとも二つの第二の電極を有する前記抵抗体と、

前記抵抗体の前記第二の電極に接続される少なくとも二つの第一の基板電極、  
および前記抵抗体の前記第一の電極に金属ワイヤを介して接続される少なくとも  
二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、

前記抵抗体の前記第二の電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの  $1/10$  以上に形成されていることを特徴とする電子部品。

【請求項 1 6】

前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆さ  
れ、前記溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材を介して前記第一の電極が前  
記絶縁基板と接続されていることを特徴とする請求項 1 5 に記載の電子部品。

【請求項 1 7】

前記第一の電極と前記金属ワイヤとは、前記抵抗体を流れる電流の向きに沿う  
、前記第一の電極の長さの  $1/2$  より外側で接続されていることを特徴とする請  
求項 1 5 または請求項 1 6 に記載の電子部品。

【請求項 1 8】

前記第一の電極の長さ、前記第二の電極の長さ、前記第一の電極の幅、前記第二の電極の幅、前記第一の電極の厚さ、前記第二の電極の厚さ、前記第一の電極の面積、前記第二の電極の面積、前記第一の電極の比抵抗、前記第二の電極の比抵抗のうちの少なくとも二つの比抵抗に対して、前記第一の電極の比抵抗より大きく、前記第二の電極の比抵抗より小さいことを特徴とする請求項 1 5 乃至請求項 1 7 のいずれか 1 項に記載の電子部品。

## 【請求項 1 9】

前記抵抗体材料は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする請求項 1 8 に記載の電子部品。

## 【請求項 2 0】

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする請求項 1 5 乃至請求項 1 9 に記載の電子部品。

## 【請求項 2 1】

略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの電極を有する前記抵抗体と、

前記抵抗体の前記電極に接続される少なくとも二つの第一の基板電極、および、前記抵抗体の前記第一の面に対向する第二の面かつ両端部近傍に金属ワイヤを介して接続される少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、

前記抵抗体の前記電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの  $1/10$  以上に形成されていることを特徴とする電子部品。

## 【請求項 2 2】

前記抵抗体と前記金属ワイヤとは、前記抵抗体を流れる電流の向きに沿う、前記電極の長さの  $1/2$  より外側で接続されていることを特徴とする請求項 2 1 に記載された電子部品。

## 【請求項 2 3】

前記電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆され、前記溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材を介して前記電極が前記絶縁基板と接続されていることを特徴とする請求項 2 1 に記載の電子部品。

## 【請求項 2 4】

前記抵抗体と前記電極とは、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの電極を有する前記抵抗体と、前記抵抗体の前記第一の面に対向する第二の面かつ両端部近傍に金属ワイヤを介して接続される少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、前記抵抗体の前記電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの  $1/10$  以上に形成されていることを特徴とする請求項 2 1 乃至請求項 2 3 のいずれか 1 項に記載の電子部品。



【請求項 2 5】

前記抵抗体用合金は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする請求項 2 1 に記載の電子部品。

【請求項 2 6】

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする請求項 2 1 乃至請求項 2 5 に記載の電子部品。

【請求項 2 7】

請求項 1 5 から請求項 2 0 の何れかに記載された電子部品の使用方法であって

、  
前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする使用方法。

【請求項 2 8】

請求項 2 1 から請求項 2 6 の何れかに記載された電子部品の使用方法であって

、  
前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする使用方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、抵抗器、および抵抗器の使用方法に関し、例えば、高電流検出に適する低抵抗素子部とその低抵抗素子部は導電率の高い金属導体を有する抵抗器およびその使用方法に関する。

【0 0 0 2】

【0 0 0 3】

【従来の技術】

大電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器を用いることは良く知られている。この抵抗器を用いた大電流  $I$  (A) の検出では、既知の低い抵抗値を有し、抵抗値の変動が少ない抵抗器  $R$  ( $\Omega$ ) に、高電流  $I$  (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下  $V$  (V) を測定し、 $I = V/R$  を用いて電流値  $I$  (A) を算出する。

## 【0004】

電流検出用の抵抗器の一例を図12に示す。電流検出用の低抵抗器1000は、金属製の抵抗部1400および2つの電極部1100から構成されている。抵抗部1400は、例えば、Cu-Ni合金（例えば、CN49R）などの金属合金が用いられる。電極1100には、はんだ付け性を考慮してはんだ1200が施されている。

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、抵抗器を用いて電流を精度よく測定するためには、電流を流したときの電流変化に対する抵抗値変化を小さくして電圧 (V) - 電流 (I) 特性を良くする必要がある。また抵抗器を精度良く使用するには、抵抗器の最適な電極の位置に4端子構造を形成し、電圧を測定する必要がある。すなわち、抵抗体の上下面に電極を形成し、ワイヤボンディングで上面より電圧測定をすることにより4端子構造を形成する。

## 【0006】

しかしながら、抵抗器を基板の電流印加用のパターンと接続する時の抵抗器の電極膜厚及び抵抗体膜厚が電圧測定に及ぼす影響に関する知見がなかったため電流測定に適した構造を有する抵抗器を製造できなかった。また抵抗器を用いて上記電圧測定用のボンディング用のワイヤを抵抗器と接続する際に、抵抗器のどの位置にワイヤを接続するのが電圧測定に最適であるのか不明であった。

## 【0007】

抵抗器を最適な状態で使用することができなかった。

## 【0008】

本発明は、上述の従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、電流測定に適した抵抗器、およびその使用方法を提供することである。

【0009】

またさらに本発明の目的は、上述の従来技術の問題点を解決するためになされた上述の電流測定に適した抵抗器を用いる電子部品およびその使用方法を提供することである。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち、略板状の抵抗用合金からなる抵抗体と、高導電率の金属からなる少なくとも二つの第一の電極と、金属からなる少なくとも二つの第二の電極とを有し、前記第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの  $1/10$  より大きいことを特徴とする。

【0 0 1 1】

また例えば、前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆されていることを特徴とする。

**【0 0 1 2】**

また例えば、前記抵抗体には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また例えば、前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して  $1/150$  より大きく  $1/2$  より小さいことを特徴とする。

上列例示は、前記抵抗体材料は、 $\text{Cu}$ - $\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Ni}$ - $\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Fe}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Co}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Al}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Ti}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{V}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Mn}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Zr}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Nb}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Mo}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{W}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Ta}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Pt}-\text{Cr}$ 系合金、 $\text{Pd}-\text{Pt}$

系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする。また例えば、前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする。

## 【0015】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち、高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、前記電極に電気的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗体とを有し、前記電極の厚みは、前記抵抗体の厚さの $1/10$ より大きいことを特徴とする。

## 【0016】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項1乃至請求項5に記載の抵抗器の使用方法であって、前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの $1/2$ よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする。

## 【0017】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項6乃至請求項9に記載の抵抗器の使用方法であって、前記電極が前記抵抗体の第一の面でかつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記抵抗体の第一の面に対向する第二の面でかつ前記電極の電流の向きに沿う長さの $1/2$ よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする。

## 【0018】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品は、以下の構成を有する。すなわち、略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの第一の電極、並びに前記第一の電極と、前記抵抗体の前記第二の電極に接続される少なくとも二つの第一の基板電極、および前記抵抗体の前記第一の電極に金属ワイヤを介して接続さ

れる少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、前記抵抗体の前記第二の電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの  $1/10$  以上に形成されていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

また例えば、前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆され、前記溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材を介して前記第一の電極が前記絶縁基板と接続されていることを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

また例えば、前記第一の電極と前記金属ワイヤとは、前記抵抗体を流れる電流の向きに沿う、前記第一の電極の長さの  $1/2$  より外側で接続されていることを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

また例えば、前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して  $1/150$  より大きく  $1/2$  より小さいことを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

また例えば、前記抵抗体材料は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする。また例えば、前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品は、以下の構成を有する。すなわち、略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの電極を有する前記抵抗体と、

前記抵抗体と前記電極とを接続

する基板電極

前記抵抗体の前記第一の面に対向する第二の面から両端部近傍に金属ワイヤを介して接続される少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、前

記抵抗体の前記電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの  $1/10$  以上に形成されていることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項 1 3 から請求項 1 7 の何れかに記載された電子部品の使用方法であって、前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項 1 8 から請求項 2 2 の何れかに記載された電子部品の使用方法であって、前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態である抵抗器および使用方法について詳細に説明する。

【 0 0 2 7 】

なお、本実施の形態に記載されている電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器の抵抗体として用いられる合金組成は、一例であり、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではなく、製造する抵抗器の必要特性や仕様に応じて決定されるものである。

【 0 0 2 8 】

〔第 1 の実施の形態〕

まず、第 1 の実施の形態の抵抗器について、その構造および特性を以下に説明

【 0 0 2 9 】

〔第 1 の抵抗器の構造〕

図 1 に、基板 1 5 0 の導体パターン上にはんだ付けされた第 1 の実施の形態である抵抗器 1 0 0 を示す。

#### 【0030】

抵抗器 1 0 0 は、1 1 0 の金属製の抵抗体、接続端子である電極 1 2 1 と 1 2 2、およびボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 から構成されている。抵抗器 1 0 0 は、1 つの直方体形状を有する抵抗体 1 1 0 に 2 つの直方体形状の電極 1 2 1 と 1 2 2 および 2 つの直方体形状のボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 を図 1 に示すように接合した構造である。

#### 【0031】

抵抗器 1 0 0 を用いた電圧測定においては、基板 1 5 0 の導体パターンと電極 1 2 1 と 1 2 2 とが接続され、ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 には、ボンディング用のワイヤが例えばボンディング等によりそれぞれ接続されてボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 間の電圧降下が測定される。なお各ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 では、各ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 の横幅に対して図 1 に示すように 1 / 2 より外側の位置である 1 4 3 と 1 4 4 にワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。

#### 【0032】

抵抗体 1 1 0 の厚さ ( $t_R$ ) は、例えば約 5 0 ~ 2 0 0 0  $\mu\text{m}$  であり、各電極 1 2 1、1 2 2 の厚さ ( $t_E$ ) は、約 1 0 ~ 5 0 0  $\mu\text{m}$  であり、電極 1 2 0 の厚みと抵抗体 1 1 0 の厚みの比は  $t_E / t_R > 1 / 1 0$  に設計されている。また各ボンディング電極 1 4 1、1 4 2 の厚さは、約 1 0 ~ 1 0 0  $\mu\text{m}$  であり、各電極 1 2 1、1 2 2 の表面には、約 2 ~ 1 0  $\mu\text{m}$  のはんだ膜（例えば、溶融はんだ膜）が形成されている。

#### 【0033】

抵抗器 1 0 0 は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板 1 5 0 としては、例えばアルミニウム基板などの金属基板が用

はれる。

はれる。

はれる。

#### 【0034】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器 1 0 0 に発生する熱は、基板 1 5 0

方向に伝達されるために、抵抗器 1 0 0 と基板 1 5 0 との接合面が重要であり、抵抗器 1 0 0 は、基板 1 5 0 との接合面である電極 1 2 1、1 2 2 に熱伝導の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることの特徴としている。

#### 【 0 0 3 5 】

また、高電流を測定するときの電流は、基板 1 5 0 のパターンより抵抗器 1 0 0 の一方の電極 1 2 1 を介して抵抗体 1 1 0 に流れ、さらに抵抗体 1 1 0 から他の 1 つの電極 1 2 2 へと流れる。また、ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 を基板 1 5 0 のパターンにアルミニウムワイヤなどによりワイヤボンディングによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器 1 0 0 の両端における電圧降下を測定する。なおボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 は、抵抗値精度を向上させる目的で抵抗体 1 1 0 に接合されている。このため図 1 の構造を有する抵抗器 1 0 0 は、大電流での使用が可能である。

#### 【 0 0 3 6 】

抵抗体 1 1 0 用材料としては、例えば、Cu-Ni 合金 (CN 4 9 R など) や図 2 に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図 2 より適宜選択されて使用される。また図 2 以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

#### 【 0 0 3 7 】

また、図 2 に示すように、比抵抗が約  $2 \sim 7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  を有する貴金属合金を使用する場合には、極めて低い電気抵抗を有する抵抗体 1 1 0 が得られる。例えば、これらの貴金属合金を抵抗体 1 1 0 として使用する場合には、図 1 に示す構造の抵抗器 1 0 0 の抵抗値は、約  $0.04 \sim 0.15 \text{ m}\Omega$  となる。

#### 【 0 0 3 8 】

また電極 1 2 1 および 1 2 2 の材料としては、電気抵抗が抵抗体 1 1 0 に比べて小さい銅材料など (例えば、比抵抗  $1.6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  程度) が用いられ、抵抗

電極

抵抗体

電極

接合される

#### 【 0 0 3 9 】



なお電極 1 2 1 および 1 2 2 用に用いられる電極材料および抵抗体 1 1 0 用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が、次式に示す、

$$\text{電極材料の比抵抗} / \text{抵抗体材料の比抵抗} = 1 / 150 \sim 1 / 2$$

の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて作製されるのがより好ましい。

#### 【0040】

ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 の材料としては、ニッケル材料（例えば、 $6.8 \mu\Omega \text{ cm}$  程度）、アルミニウム材料（例えば、 $2.6 \mu\Omega \text{ cm}$  程度）または金材料（例えば、 $2.0 \mu\Omega \text{ cm}$  程度）などが用いられる。2つの電極 1 2 1 および 1 2 2 の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱を放熱しやすくするため、基板 1 5 0 方向に熱が伝達されやすいように電極面積を広くとるように設計されており、熱伝導性の良い金属（例えば銅など）を用い、接合面積を大きく取することを特徴としている。

#### 【0041】

また電極 1 2 1 および 1 2 2 の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材（ $\text{Sn} : \text{Pb} = 9 : 1$ ）または鉛フリー溶融はんだ材の膜 1 3 1 および 1 3 2 が形成されている。溶融はんだ材を用いることにより銅材の電極 1 2 1 または 1 2 2 と基板の導体パターンとの間に拡散層が形成されるため、電極の接合強度が向上しさらに電氣的信頼性もまた向上する。

#### 【0042】

なお、抵抗器 1 0 0 の特徴は、抵抗体 1 1 0 が平板からなる単純構造となっており、従来の電流検出用低抵抗器 1 0 0 0 に見られるような切り込み 1 3 0 0 が無い点である。

#### 【0043】

すなわち、抵抗器 1 0 0 では、抵抗体 1 1 0 の平板の厚み（図 1 の抵抗器 1 0 0 の上面の電極側、下面の電極側に露出している抵抗体 1 1 0 の厚み）を変化さ

すなわち、調整

例えば、研磨加工、エッチ加工、サンドブラスト加工あるいはエッチング加工などがあり、上記方法を用いて抵抗器 1 0 0 が所定の抵抗値となるように抵抗体

110の厚みを調整する。なお抵抗体510の厚みを調整する場合には、抵抗体510の上面、下面のいずれか一方またはその両面を上記説明した加工方法で加工してもよい。

#### 【0044】

上記のように抵抗器100では、抵抗体110中に切り込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切り込みがある場合の抵抗値変化を1/数10～1/200程度に低減できる。

#### 【0045】

また、抵抗体110に約 $2 \sim 7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器100の抵抗値は、約 $0.04 \sim 0.15 \text{ m}\Omega$ となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

#### 【0046】

[抵抗器を用いた電圧の測定]

図3(a)および図3(b)に作製した抵抗器100の各部の寸法及び抵抗器100を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器100の抵抗体110と基板と接合する電極の厚さ $t_E$ は、 $t_E/t_R > 1/10$ となっている。

#### 【0047】

図3において、 $L_{w1}$ 、 $L_{w2}$ は、左右のボンディング電極141、142の横方向の幅であり、ボンディング電極141、142中に記載した番号1～18は、ボンディング電極141、142に対して電圧測定用のワイヤを接続する位置を示している。また $L_1$ 、 $L_2$ は、上記1～18の各ボンディング電極の外側端部からの距離である。

#### 【0048】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器100の基板と接合する電極の厚さ $t_E$ のみが異なるだけであり（すなわち $t_E/t_R < 1/10$ に設計）、他の

#### 【0049】

図3(a)に例示した $L_1$ 、 $L_2$ の位置は、それぞれ左右のボンディング電極

の中央部に電圧測定時のワイヤを接続する位置を示しており、 $L_1/L_{w1} = 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} = 0.5$ である。

## 【0050】

また、図3(a)の(1)～(4)は、それぞれボンディング電極141、142に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、(1)は、ボンディング電極141、142の電圧測定時のワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

## 【0051】

同様に(2)は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(3)は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(4)は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

## 【0052】

図4に、図3(a)および図3(b)で示した抵抗器100による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

## 【0053】

図4の測定条件(1)～(4)は、図3に示した測定条件(1)～(4)に対応する。なお、抵抗器100等を用いて測定された電圧 $V$ は、次式に示す電圧の変動値 $\Delta V$ (基準電圧 $V_0$ に対する測定電圧)を用いて整理して表示した。

## 【0054】

$$\Delta V = (V_0 - V) / V_0 \times 100 (\%)$$

また図4では、測定条件(1)～(4)における電圧の変動値( $\Delta V$ )を基板に接合する接合電極の厚さ( $t_E$ )と抵抗体の厚さ( $t_R$ )の比が $t_E/t_R > 1/10$ の場合と $t_E/t_R \leq 1/10$ の場合に分けて表示した。

## 〔抵抗器100の場合〕

まず、第1の実施形態の抵抗器100( $t_E/t_R > 1/10$ )の場合におい

て、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値 $\Delta V$ に及ぼす影響について説明する。

【0056】

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、条件(4) ( $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ )は、電圧変動( $\Delta V$ )が $\pm 0.1\%$ と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも $1/2$ より外側の電極表面部の位置に接続するのが電圧変動を最小にする。

【0057】

上記条件(4)以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件(1)の場合 ( $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ )は、電圧変動( $\Delta V$ )が $\pm 5 \sim 10\%$ と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも $1/2$ より大きい電極の内側表面部の位置に接続すると電圧変動が最大となる。

【0058】

また、条件(2)または条件(3)の場合(2つのワイヤのうち一方のワイヤを電極の外側端部から $1/2$ より小さいすなわち外側の電極表面位置に、他方のワイヤを電極の外側端部から $1/2$ より大きいすなわち内側の電極表面位置に接続する)は、電圧変動( $\Delta V$ )は $\pm 3 \sim 5\%$ であり、条件(1)と条件(4)の中間の条件である。

【0059】

[比較用抵抗器の場合]

次に、比較用抵抗器 ( $t_E/t_R < 1/10$ )において、ワイヤを接続する位置が電圧変動 $\Delta V$ に及ぼす影響について説明する。

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、電圧変動 $\Delta V$ は、条件(1)～(4)の全ての条件で $\pm 10\%$ 以上となり、抵抗器100で得られた電

圧変動  $\Delta V$  に比べて大きい。

【0061】

また条件 (1) ~ (4) とワイヤの左右ボンディング電極に接続する位置を変化させても電圧変動  $\Delta V$  が変化しないことから、比較用抵抗器電圧測定時には、ワイヤを左右ボンディング電極に接続する位置の影響を受けない。

【0062】

[抵抗器と比較用抵抗器との比較]

上記抵抗器 100 および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動  $\Delta V$  を低く抑え精度良く電圧を測定するためには、抵抗体および接続電極が、電極材料の比抵抗 / 抵抗体材料の比抵抗 =  $1 / 150 \sim 1 / 2$  の条件を満たす材料を用いて作製され、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ ( $t_E$ ) と抵抗体の厚さ ( $t_R$ ) の比が  $t_E / t_R > 1 / 10$  の条件を満たす必要 (抵抗器 100 の構造) がある。

【0063】

さらに、上記条件を満たす抵抗器 100 を用いて電圧を測定する場合には、条件 (4) に示す条件、すなわち  $L_1 / L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2 / L_{w2} < 0.5$  の条件を満たすボンディング電極 141、142 の位置にワイヤを接続する (電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも  $1 / 2$  より外側の位置) と、電圧変動 ( $\Delta V$ ) を例えば  $\pm 0.1\%$  以内の最小変動に抑えることができる。

【0064】

この理由について、図 5 および図 6 を用いて説明する。

【0065】

図 5 は、基板 151、152 上に載置された抵抗器 100 を用いて電圧を測定する場合 ( $t_E / t_R > 1 / 10$ ) を示しており、図 6 は、基板 1510、1520 上に載置された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合 ( $t_E / t_R < 1 / 10$ ) を示している。

図 5 または図 6 で抵抗器を用いて電流  $I$  (A) を検出する場合、抵抗器  $R$  (Ω) に、高電流  $I$  (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下  $V$  (V) を測



1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。同様なことは、ボンディング電極 1 4 1 についてもいえる。すなわち、ボンディング電極 1 4 1 中の斜線部で示した外側（電極部分 1 4 4）の方が内側（電極部分 1 4 6）に比べて抵抗体 1 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。

#### 【 0 0 7 2 】

このことから、図 5 において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体 1 1 0 を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいことがわかる。すなわちワイヤを接続する位置は、ボンディング電極 1 4 2 の外側（電極部分 1 4 3）とボンディング電極 1 4 1 の外側（電極部分 1 4 4）が最適の位置であり、一方、逆にボンディング電極 1 4 2 の内側（電極部分 1 4 5）とボンディング電極 1 4 1 の内側（電極部分 1 4 6）が最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図 4 で抵抗器 1 0 0 を用いて条件（1）～（4）の 4 条件で異なる電圧変動を示した理由である。

#### 【 0 0 7 3 】

次に、図 6 の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体 1 1 0 0 中を通過する電流  $I$  の流れについて説明する。比較抵抗器では接合電極の厚さ（ $t_E$ ）は  $t_E / t_R < 1 / 10$  となるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体 1 1 1 0 中を通過する電流  $I$  は、接合電極 1 2 2 0、1 2 1 0 間の最短距離（図 6 中で太く記載した最短経路）を流れる電流が図 5 に比べ減少し、図 6 中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

#### 【 0 0 7 4 】

また図 6 に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路ほど減少するが、図 5 に比べかなり多くなる。このため、比較抵抗器を用いて電圧測定を行う場合には、ボンディング電極 1 4 1 0 とボンディング電極 1 4 2 0 間に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正確な電圧測定ができ難くなる。

またさらに、図 6 に示す電圧測定時のボンディング電極 1 4 1 0 に対する抵抗体 1 1 0 0 を流れる電流の影響を比較すると、ボンディング電極 1 4 2 0 中の斜

線部で示した外側（電極部分 1 4 3 0）と内側（電極部分 1 4 5 0）における抵抗体 1 1 0 中を流れる電流 I の影響に大差がない。同様なことは、ボンディング電極 1 4 1 0 でもいえ、ボンディング電極 1 4 1 0 中の斜線部で示した外側（電極部分 1 4 4 0）と内側（電極部分 1 4 6 0）との抵抗体 1 1 0 0 中を流れる電流 I の影響に大差がない。

#### 【 0 0 7 6 】

このことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体 1 1 0 0 中を流れる電流 I の影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくなる。また、図 6 よりボンディング電極 1 4 1 0、1 4 2 0 において、外側（電極部分 1 4 3 0、1 4 4 0）と内側（電極部分 1 4 5 0、1 4 6 0）では抵抗体 1 1 0 0 中を流れる電流 I の影響に大差がないため、ボンディング電極 1 4 1 0、1 4 2 0 のどの位置を用いても精度良く電圧を測定することが難しくなる。上記説明したことが図 4 で比較抵抗器を用いて条件（1）～（4）の 4 条件すべてで、 $\pm 10\%$ 以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

#### 【 0 0 7 7 】

以上説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、電極材料の比抵抗／抵抗体材料の比抵抗  $= 1 / 150 \sim 1 / 2$  の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて抵抗体および電極を作製し、抵抗体と接続電極の厚さの比を  $1 / 10$  以上とすると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができ、この抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、ワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側を用いて接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

#### 【 0 0 7 8 】

##### 〔第 2 の実施の形態〕

次に、第 2 の実施の形態の抵抗器について、その構造および特性を以下に説明する。

##### 「第 2 の抵抗器の構造」

図 7 に、基板 5 5 0 の導体パターン上にはんだ付けされた第 2 の実施の形態で



ある抵抗器 5 0 0 を示す。抵抗器 5 0 0 は、5 1 0 の金属製の抵抗体、接続端子である電極 5 2 1 と 5 2 2 から構成されている。

#### 【0 0 8 0】

抵抗器 5 0 0 を用いた電圧測定においては、基板 5 5 0 の導体パターンと電極 5 2 1 と 5 2 2 とが接続され、抵抗体上の図 7 に示す 5 4 2 と 5 4 3 位置にワイヤが例えばワイヤボンディング等によりそれぞれ接続され、5 4 2 と 5 4 3 間の電圧降下が測定される。なお図 7 に例を示す 5 4 2 と 5 4 3 の幅は、電極 5 2 1 と 5 2 2 の横幅の  $1/2$  であり、ワイヤを接続するのに適した位置として形成されたものである。

#### 【0 0 8 1】

抵抗器 5 0 0 は、1 つの直方体形状を有する抵抗体 5 1 0 に 2 つの直方体形状の電極 5 2 1 を図 7 に示すように接合した構造である。抵抗体 5 1 0 の厚さ ( $t_R$ ) は、例えば約  $50 \sim 2000 \mu m$  であり、各電極 5 2 1、5 2 2 の厚さ ( $t_E$ ) は、例えば約  $10 \sim 500 \mu m$  であり、電極 5 2 1、5 2 2 の厚みと抵抗体 5 1 0 の厚みの比は  $t_E/t_R > 1/10$  に設計されている。また、各電極の表面には、約  $2 \sim 10 \mu m$  の溶融はんだ膜 5 3 1、5 3 2 が形成されている。

#### 【0 0 8 2】

抵抗器 5 0 0 は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板 5 5 0 としては、例えばアルミニウム基板やガラスエポキシ基板、メタルコア基板（アルミニウムなどの金属上に窒化ホウ素などの絶縁接着層を介して Cu パターンが貼り付けられている放熱性を考慮した基板）、DBC 基板（ダイレクトボンディング銅基板で、アルミナや窒化アルミの高放熱性の基材に接着層を介さず直接銅パターンをダイレクトに貼り付けた基板）などが用いられ、その基板 5 5 0 もヒートシンクなどに接続された構造となっている。

#### 【0 0 8 3】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器 5 0 0 に発生する熱は、基板 5 5 0

抵抗器 5 0 0 は、基板 5 5 0 との接合面である電極 5 2 1、5 2 2 に熱伝導の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

## 【0084】

また、高電流を測定するときの電流は、基板550のパターンより抵抗器500の一方の電極521を介して抵抗体510に流れ、さらに抵抗体510から他の1つの電極522へと流れる。また、抵抗体510上の542や543に示した位置と基板550の所定パターンとをアルミニウムワイヤなどによりワイヤボンディングすることによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器500の両端における電圧降下を測定する。このため図8の構造を有する抵抗器500は、大電流での使用が可能である。

## 【0085】

なお上記説明ではワイヤボンディングで接続する例を示したが、ワイヤボンディングなしでも基板ランドパターンより電圧測定用ランドパターンを取り出して電圧降下を測定することも可能である。

## 【0086】

抵抗体510用材料としては、例えば、Cu-Ni合金(CN49Rなど)や図4に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図4より適宜選択されて使用される。また図4以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

## 【0087】

また、図4に示すように、貴金属合金を使用する場合には、約 $2 \sim 7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ と極めて低い電気抵抗を有する抵抗体110が得られ、例えば、これらの貴金属合金を抵抗体510として使用する場合には、図8に示す構造の抵抗器500の抵抗値は、約 $0.04 \sim 0.15 \text{ m}\Omega$ となる。

## 【0088】

また電極521および522の材料としては、電気抵抗が抵抗体510に比べて小さい銅材料(例えば、 $1.6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 程度)が用いられ、抵抗体510と

## 【0089】

なお電極 5 2 1 および 5 2 2 用に用いられる電極材料および抵抗体 5 1 0 用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が次式に示す、

$$\text{電極材料の比抵抗} / \text{抵抗体材料の比抵抗} = 1 / 150 \sim 1 / 2$$

の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて作製されるのがより好ましい。

#### 【0090】

2つの電極 5 2 1 および 5 2 2 の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱を放熱しやすくするため、基板 5 5 0 方向に熱が伝達されやすいように電極面積を広くとるように設計されており、熱伝導性の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることの特徴としている。

#### 【0091】

また電極 5 2 1 および 5 2 2 の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材 (S n : P b = 9 : 1) または鉛フリー溶融はんだ材の膜 5 3 1 および 5 3 2 が形成されている。溶融はんだ材を用いることにより銅材の電極 5 2 1 または 5 2 2 と基板の導体パターンとの間に拡散層が形成されるため、電極の接合強度が向上しさらに電氣的信頼性もまた向上する。

#### 【0092】

なお、抵抗器 5 0 0 の特徴は、抵抗体 5 1 0 が平板からなる単純構造となっており、従来の図 1 2 におけるシャント抵抗器 1 0 0 0 に見られるような切り込み 1 3 0 0 が無い点である。

#### 【0093】

すなわち、抵抗器 5 0 0 では、抵抗体 5 1 0 の平板の厚み (図 7 の抵抗器 5 0 0 の上面および下面の電極側に露出している抵抗体 5 1 0 の厚み) を変化させることにより抵抗値を調整する。抵抗体 5 1 0 の厚みを調整する方法としては、例えば、研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工あるいはエッチング加工などがあり、上記方法を用いて抵抗器 5 0 0 が所定の抵抗値となるように抵抗体 5 1

の上面、下面のいずれか一方またはその両面を上記説明した加工方法で加工してもよい。

## 【 0 0 9 4 】

上記のように抵抗器 5 0 0 では、抵抗体 5 1 0 中に切り込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切り込みがある場合の抵抗値変化 ( $\Delta R / R$ ) を  $1 / \text{数} 1 0 \sim 1 / 2 0 0$  程度に低減できる。

## 【 0 0 9 5 】

また、抵抗体 5 1 0 に約  $2 \sim 7 \mu \Omega \cdot \text{cm}$  の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器 5 0 0 の抵抗値は、約  $0.04 \sim 0.15 \text{ m}\Omega$  となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

## 【 0 0 9 6 】

## [抵抗器を用いた電圧の測定]

図 8 (a) および図 8 (b) に上記の製造方法で作製した抵抗器 5 0 0 の各部の寸法及び抵抗器 5 0 0 を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器 5 0 0 の抵抗体 5 1 0 と基板と接合する電極の厚さ  $t_E$  は、 $t_E / t_R > 1 / 1 0$  となっている。

## 【 0 0 9 7 】

図 8 (a) および図 8 (b) において、 $L_{w1}$ 、 $L_{w2}$  は、接合電極電極 5 2 2、5 2 1 と同じ横幅であり、抵抗体 5 1 0 の左側表面部 5 4 2 および右側表面部 5 4 3 に記載した番号 1 ~ 1 8 を付した位置は、電圧測定時にワイヤを接続する位置を示している。すなわち、 $L_1$  は、抵抗体 5 1 0 の左外側端部からの距離であり、 $L_2$  は、抵抗体 5 1 0 の右外側端部からの距離である。

## 【 0 0 9 8 】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器 5 0 0 の基板と接合する電極の厚さ  $t_E$  のみが異なるだけであり（すなわち  $t_E / t_R < 1 / 1 0$  に設計）、他の寸法は抵抗器 5 0 0 と全て同じである。

## 【 0 0 9 9 】

図 8 (a) に例示した  $L_1$ 、 $L_2$  の位置は、それぞれ電圧測定時のワイヤを抵抗器 5 0 0 の抵抗体 5 1 0 の左側表面部 5 4 2 および右側表面部 5 4 3 に接続する位置を示している。すなわち、 $L_1$  は、抵抗体 5 1 0 の左外側端部からの距離であり、 $L_2$  は、抵抗体 5 1 0 の右外側端部からの距離である。

## 【 0 1 0 0 】

また、図 8 (a) の (1) ~ (4) は、それぞれ抵抗体 510 の表面に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、(1) は、ワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$  の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

## 【0101】

同様に (2) は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(3) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(4) は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

## 【0102】

図 9 に、図 8 (a) および図 8 (b) で示した抵抗器 500 による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

## 【0103】

図 9 の測定条件 (1) ~ (4) は、図 8 に示した測定条件 (1) ~ (4) に対応する。なお、抵抗器 500 等を用いて測定された電圧  $V$  は、次式に示す電圧の変動値  $\Delta V$  (基準電圧  $V_0$  に対する測定電圧) を用いて整理して表示した。

## 【0104】

$$\Delta V = (V_0 - V) / V_0 \times 100 (\%)$$

また図 9 では、測定条件 (1) ~ (4) における電圧の変動値 ( $\Delta V$ ) を基板に接合する接合電極の厚さ ( $t_E$ ) と抵抗体の厚さ ( $t_R$ ) の比が  $t_E/t_R > 1/10$  の場合と  $t_E/t_R \leq 1/10$  の場合に分けて表示した。

## 【0105】

[抵抗器 500 の場合]

まず、第 2 の実施形態の抵抗器 500 ( $t_E/t_R > 1/10$ ) の場合において、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値  $\Delta V$  に及ぼす影響について説明する。

図 9 より、条件 (1) ~ (4) の各条件を比較すると、条件 (1) ( $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ ) は、電圧変動 ( $\Delta V$ ) が  $\pm 0.1\%$  以内

と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体 5 1 0 の表面部に接続する際に、図 8 の 5 4 2 および 5 4 3 (外側端部から  $1/2$  より小となる抵抗体表面部) の位置に接続すると電圧変動を最小にすることができる。

#### 【0 1 0 7】

上記条件 (4) 以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件 (1) の場合 ( $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ ) は、電圧変動 ( $\Delta V$ ) が  $\pm 5 \sim 10\%$  と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体 5 1 0 の表面部に接続する際に、図 8 の 5 4 4 および 5 4 6 (外側端部から  $1/2$  より大となる抵抗体表面部) の位置に接続すると電圧変動が最大となる。また、条件 (2) または条件 (3) の場合 (2 つのワイヤのうち一方のワイヤを抵抗体 5 1 0 の外側端部から  $1/2$  より小さい位置すなわち外側の位置に、他方のワイヤを抵抗体 5 1 0 の外側端部から  $1/2$  より大きい位置すなわち内側の位置に接続する) は、電圧変動 ( $\Delta V$ ) は  $\pm 3 \sim 5\%$  であり、条件 (1) と条件 (4) の中間の条件である。

#### 【0 1 0 8】

##### [比較用抵抗器の場合]

次に、比較用抵抗器 ( $t_E/t_R < 1/10$ ) において、ワイヤを接続する位置が電圧変動  $\Delta V$  に及ぼす影響について説明する。

#### 【0 1 0 9】

図 9 より、条件 (1) ~ (4) の 4 条件を比較すると、電圧変動  $\Delta V$  は、条件 (1) ~ (4) の全ての条件で  $\pm 10\%$  以上となり、抵抗器 5 0 0 で得られた電圧変動  $\Delta V$  に比べて大きい。

#### 【0 1 1 0】

また条件 (1) ~ (4) とワイヤの接続位置を変化させても電圧変動  $\Delta V$  が変化しないことから、比較用抵抗器を用いた電圧測定時においては、ワイヤを接続する位置の影響を受けない。

##### [抵抗器と比較用抵抗器との比較]

上記抵抗器 5 0 0 および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動  $\Delta V$  を低く抑え

精度良く電圧を測定するためには、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ ( $t_E$ ) と抵抗体の厚さ ( $t_R$ ) の比が  $t_E/t_R > 1/10$  の条件を満たす必要 (抵抗器 100 の構造) がある。

#### 【0112】

さらに、上記条件を満たす抵抗器 500 を用いて電圧を測定する場合には、条件 (4) に示す条件、すなわち  $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$  の条件を満たす 542、543 の抵抗体の位置にワイヤを接続する (電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも  $1/2$  より外側の位置) と、電圧変動 ( $\Delta V$ ) を例えば  $\pm 0.1\%$  以内の最小変動に抑えることができる。

#### 【0113】

この理由について、図 10 および図 11 を用いて説明する。

#### 【0114】

図 10 は、基板のパターン 551、552 上に載置された抵抗器 500 を用いて電圧を測定する場合 ( $t_E/t_R > 1/10$ ) を示しており、図 11 は、基板のパターン 1551、1552 上に載置された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合 ( $t_E/t_R < 1/10$ ) を示している。図 10 または図 11 で抵抗器を用いて電流  $I$  (A) を検出する場合、抵抗器  $R$  ( $\Omega$ ) に、高電流  $I$  (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下  $V$  (V) を測定し、 $I = V/R$  を用いて電流値  $I$  (A) を算出する。

#### 【0115】

すなわち、例えば図 10 でいえば、基板のパターン 552 と接合電極 522 および基板のパターン 551 と接合電極 521 とを接続し、パターン 552 からパターン 551 に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の 542 と 543 間の電圧を測定する。また図 11 でいえば基板のパターン 1552 と接合電極 1522 および基板のパターン 1551 と接合電極 1521 とを接続し、パターン 1552 からパターン 1551 に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の 1542 と 15

図 10 図 11  
図 10 の中を通過する電流  $I$  の流れも合わせて示している。

#### 【0116】

なお、例えば抵抗体表面部 5 4 2 と 5 4 3 間の電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面部の 5 4 2 と 5 4 3 間に電流が殆ど流れない条件で測定するのが望ましく電流が流れると電圧測定に誤差を生じることになる。

#### 【 0 1 1 7 】

まず、図 1 0 の抵抗器 5 0 0 を用いて電圧を測定する場合の抵抗体 5 1 0 中を通過する電流  $I$  の流れについて説明する。抵抗器 5 0 0 では接合電極の厚さ ( $t_E$ ) は  $t_E / t_R > 1 / 10$  となるように、すなわち抵抗体 5 1 0 に対して比較的厚くなるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は低くなることから抵抗体 5 1 0 中を通過する電流  $I$  は、接合電極 5 2 1、5 2 2 の最短距離 (図 1 0 中で太く記載した最短経路) をほとんどの電流が流れ、残りの電流が図中の他の経路を流れることになる。

#### 【 0 1 1 8 】

また図 1 0 に示すように、最短経路以外の経路に流れる電流は、最短経路より遠くなる経路ほど流れる電流が少なくなる。このため例えば抵抗体表面部 5 4 2 と 5 4 3 間における抵抗器 5 0 0 の電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面部 5 4 2 と 5 4 3 間に電流が殆ど流れない条件で電圧を測定するほど正確な電圧測定ができる。

#### 【 0 1 1 9 】

また、図 1 0 に示す電圧測定時のワイヤの接続位置 5 4 2 と 5 4 4 における抵抗体 5 1 0 を流れる電流の影響を比較すると、5 4 2 の方が 5 4 4 に比べて抵抗体 5 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。同様なことは、ワイヤの接続位置 5 4 3 と 5 4 6 についてもいえる。すなわち、5 4 3 の方が 5 4 6 に比べて抵抗体 5 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を受けにくくなる。

#### 【 0 1 2 0 】

このことから、図 1 0 において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体 5 1 0 を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいこと

適の位置であり、一方、逆に 5 4 4 と 5 4 6 の組み合わせが最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図 9 で抵抗器 5 0 0 を用いて条件 (1) ~ (4



) の 4 条件で異なる電圧変動を示した理由である。

#### 【0 1 2 1】

なお抵抗器 5 0 0 における図 9 に示した測定結果は、抵抗器 1 0 0 における図 4 に示した測定結果とほぼ同じである。このことは、電圧測定においては抵抗器 1 0 0 のようにボンディング電極を使用しても抵抗器 5 0 0 のようにボンディング電極を使用しなくても両者の測定結果に変化を生じないことを示している。この理由は、電圧測定時の電圧変動は、抵抗体内部を通過する電流経路に依存するためである。すなわち抵抗器 1 0 0 と抵抗器 5 0 0 における電流経路および最短経路は図 5 と図 1 0 に示すように全く同じである。また電圧測定用にワイヤを接続する位置が両者で同じであれば、電圧測定時に電圧変動の原因となる電流分布は同じである。そのため、図 3 と図 8 に示すようワイヤを接続する位置が同一の (1) ~ (4) の条件では、ボンディング電極を使用しても使用しなくても電圧測定時の電圧変動に差がない結果が得られたものである。

#### 【0 1 2 2】

次に、図 1 1 の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体 1 5 1 0 中を通過する電流  $I$  の流れについて説明する。比較抵抗器では接合電極の厚さは  $t_E / t_R < 1 / 10$  となるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体 1 5 1 0 中を通過する電流  $I$  は、接合電極 1 5 2 2、1 5 2 1 の最短距離 (図 1 1 中で太く記載した最短経路) を流れる電流が図 1 0 に比べ減少し、図 1 1 中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

#### 【0 1 2 3】

また図 1 1 に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路ほど減少するが、図 1 0 に比べかなり多くなる。このため、比較抵抗器を用いて電圧測定を行う際に測定部に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正確な電圧測定ができ難くなる。

#### 【0 1 2 4】

図 1 1 の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体 1 5 1 0 中の電流の影響を比較すると、図 1 0 に示すように図 1 1 中の電流  $I$  の影響に大差がない。同様なことは、抵抗体の表面部 1 5 4 3、1 5 4 6 でもいえ、抵抗体の表

面部 1 5 4 3、1 5 4 6 を流れる電流  $I$  の影響に大差がない。

【 0 1 2 5 】

このことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体 1 5 1 0 中を流れる電流  $I$  の影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくし、ワイヤ接続部の位置を変えても精度良く電圧を測定することができない。上記説明したことが図 9 で比較抵抗器を用いて条件 (1) ~ (4) の 4 条件すべてで、 $\pm 1 0 \%$  以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

【 0 1 2 6 】

以上、第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態で説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、抵抗体と接続電極の厚さの比を  $1 / 1 0$  以上とすると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができる。

【 0 1 2 7 】

また、第 1 の実施の形態で示した抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、電圧測定用のワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側、すなわち電極の電流の向きに沿う長さの  $1 / 2$  よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【 0 1 2 8 】

また、第 2 の実施の形態で示した抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、電圧測定用のワイヤを抵抗体に接続する位置を、図 7 に示す 5 4 2 および 5 4 3 の位置（すなわち、抵抗体の両端部に電極 5 2 1、5 2 2 が配置された第 1 面に対向する抵抗体の第二の面でかつ電極の電流の向きに沿う長さの  $1 / 2$  よりも外側の位置）に、電圧測定用のワイヤを接続して使用することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【 0 1 2 9 】

〔第 3 の実施の形態〕

第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態では、抵抗器およびその抵抗器を用

いて電圧を測定する場合、図 9 のように抵抗器の両端部に電極を配置し、電圧測定用のワイヤを電極に接続して使用する場合には、例えば、例えば、第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態で説明したように、上記の抵抗器を電圧測定用のワイヤを用いて接続する

必要があり、ユーザにとっては、この電圧測定用のワイヤの接続が手間となる場合がある。

#### 【0130】

このように、ユーザにとって電圧測定用のワイヤ接続が億劫な場合には、例えば、上記説明した抵抗器を予め専用基板の最適な位置に電圧測定用ワイヤを用いて接続し、電圧測定用の電子部品としてモジュール化したものをユーザに提供することも可能である。

#### 【0131】

この電子部品が提供されるとユーザは、ワイヤボンディングなどの作業の手間を省くことができるため、さらに容易に電圧測定を実施可能である。

#### 【0132】

そこで、以下に図面を参照して、第3の実施の形態および第4の実施の形態では、第1の実施の形態および第2の実施の形態で説明した抵抗器を用いて作製した電圧測定用の電子部品およびそれらの使用方法について詳細に説明する。

#### 【0133】

まず、第3の実施の形態の電子部品について、その構造および特性を以下に説明する。

#### 【0134】

##### [電流検出用電子部品の構造]

図13に、電流検出用の電子部品200の構造を示す。電子部品200は、抵抗器100を専用基板180上に搭載してモジュール化したものであり、ユーザによる抵抗器100を用いる電流検出をより容易に実行できるように考案されたものである。

#### 【0135】

すなわち、基板180には、電極121、122よりも高い比抵抗を有する絶縁体183上に、銅材料などからなる複数の配線用パターン161、162、163、164、165、166、167、168、169、170、171、172、173、174、175、176、177、178、179、180、181、182、183、184、185、186、187、188、189、190、191、192、193、194、195、196、197、198、199、200、201、202、203、204、205、206、207、208、209、210、211、212、213、214、215、216、217、218、219、220、221、222、223、224、225、226、227、228、229、230、231、232、233、234、235、236、237、238、239、240、241、242、243、244、245、246、247、248、249、250、251、252、253、254、255、256、257、258、259、260、261、262、263、264、265、266、267、268、269、270、271、272、273、274、275、276、277、278、279、280、281、282、283、284、285、286、287、288、289、290、291、292、293、294、295、296、297、298、299、300、301、302、303、304、305、306、307、308、309、310、311、312、313、314、315、316、317、318、319、320、321、322、323、324、325、326、327、328、329、330、331、332、333、334、335、336、337、338、339、340、341、342、343、344、345、346、347、348、349、350、351、352、353、354、355、356、357、358、359、360、361、362、363、364、365、366、367、368、369、370、371、372、373、374、375、376、377、378、379、380、381、382、383、384、385、386、387、388、389、390、391、392、393、394、395、396、397、398、399、400、401、402、403、404、405、406、407、408、409、410、411、412、413、414、415、416、417、418、419、420、421、422、423、424、425、426、427、428、429、430、431、432、433、434、435、436、437、438、439、440、441、442、443、444、445、446、447、448、449、450、451、452、453、454、455、456、457、458、459、460、461、462、463、464、465、466、467、468、469、470、471、472、473、474、475、476、477、478、479、480、481、482、483、484、485、486、487、488、489、490、491、492、493、494、495、496、497、498、499、500、501、502、503、504、505、506、507、508、509、510、511、512、513、514、515、516、517、518、519、520、521、522、523、524、525、526、527、528、529、530、531、532、533、534、535、536、537、538、539、540、541、542、543、544、545、546、547、548、549、550、551、552、553、554、555、556、557、558、559、560、561、562、563、564、565、566、567、568、569、570、571、572、573、574、575、576、577、578、579、580、581、582、583、584、585、586、587、588、589、590、591、592、593、594、595、596、597、598、599、600、601、602、603、604、605、606、607、608、609、610、611、612、613、614、615、616、617、618、619、620、621、622、623、624、625、626、627、628、629、630、631、632、633、634、635、636、637、638、639、640、641、642、643、644、645、646、647、648、649、650、651、652、653、654、655、656、657、658、659、660、661、662、663、664、665、666、667、668、669、670、671、672、673、674、675、676、677、678、679、680、681、682、683、684、685、686、687、688、689、690、691、692、693、694、695、696、697、698、699、700、701、702、703、704、705、706、707、708、709、710、711、712、713、714、715、716、717、718、719、720、721、722、723、724、725、726、727、728、729、730、731、732、733、734、735、736、737、738、739、740、741、742、743、744、745、746、747、748、749、750、751、752、753、754、755、756、757、758、759、760、761、762、763、764、765、766、767、768、769、770、771、772、773、774、775、776、777、778、779、780、781、782、783、784、785、786、787、788、789、790、791、792、793、794、795、796、797、798、799、800、801、802、803、804、805、806、807、808、809、810、811、812、813、814、815、816、817、818、819、820、821、822、823、824、825、826、827、828、829、830、831、832、833、834、835、836、837、838、839、840、841、842、843、844、845、846、847、848、849、850、851、852、853、854、855、856、857、858、859、860、861、862、863、864、865、866、867、868、869、870、871、872、873、874、875、876、877、878、879、880、881、882、883、884、885、886、887、888、889、890、891、892、893、894、895、896、897、898、899、900、901、902、903、904、905、906、907、908、909、910、911、912、913、914、915、916、917、918、919、920、921、922、923、924、925、926、927、928、929、930、931、932、933、934、935、936、937、938、939、940、941、942、943、944、945、946、947、948、949、950、951、952、953、954、955、956、957、958、959、960、961、962、963、964、965、966、967、968、969、970、971、972、973、974、975、976、977、978、979、980、981、982、983、984、985、986、987、988、989、990、991、992、993、994、995、996、997、998、999、1000、1001、1002、1003、1004、1005、1006、1007、1008、1009、1010、1011、1012、1013、1014、1015、1016、1017、1018、1019、1020、1021、1022、1023、1024、1025、1026、1027、1028、1029、1030、1031、1032、1033、1034、1035、1036、1037、1038、1039、1040、1041、1042、1043、1044、1045、1046、1047、1048、1049、1050、1051、1052、1053、1054、1055、1056、1057、1058、1059、1060、1061、1062、1063、1064、1065、1066、1067、1068、1069、1070、1071、1072、1073、1074、1075、1076、1077、1078、1079、1080、1081、1082、1083、1084、1085、1086、1087、1088、1089、1090、1091、1092、1093、1094、1095、1096、1097、1098、1099、1100、1101、1102、1103、1104、1105、1106、1107、1108、1109、1110、1111、1112、1113、1114、1115、1116、1117、1118、1119、1120、1121、1122、1123、1124、1125、1126、1127、1128、1129、1130、1131、1132、1133、1134、1135、1136、1137、1138、1139、1140、1141、1142、1143、1144、1145、1146、1147、1148、1149、1150、1151、1152、1153、1154、1155、1156、1157、1158、1159、1160、1161、1162、1163、1164、1165、1166、1167、1168、1169、1170、1171、1172、1173、1174、1175、1176、1177、1178、1179、1180、1181、1182、1183、1184、1185、1186、1187、1188、1189、1190、1191、1192、1193、1194、1195、1196、1197、1198、1199、1200、1201、1202、1203、1204、1205、1206、1207、1208、1209、1210、1211、1212、1213、1214、1215、1216、1217、1218、1219、1220、1221、1222、1223、1224、1225、1226、1227、1228、1229、1230、1231、1232、1233、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1240、1241、1242、1243、1244、1245、1246、1247、1248、1249、1250、1251、1252、1253、1254、1255、1256、1257、1258、1259、1260、1261、1262、1263、1264、1265、1266、1267、1268、1269、1270、1271、1272、1273、1274、1275、1276、1277、1278、1279、1280、1281、1282、1283、1284、1285、1286、1287、1288、1289、1290、1291、1292、1293、1294、1295、1296、1297、1298、1299、1300、1301、1302、1303、1304、1305、1306、1307、1308、1309、1310、1311、1312、1313、1314、1315、1316、1317、1318、1319、1320、1321、1322、1323、1324、1325、1326、1327、1328、1329、1330、1331、1332、1333、1334、1335、1336、1337、1338、1339、1340、1341、1342、1343、1344、1345、1346、1347、1348、1349、1350、1351、1352、1353、1354、1355、1356、1357、1358、1359、1360、1361、1362、1363、1364、1365、1366、1367、1368、1369、1370、1371、1372、1373、1374、1375、1376、1377、1378、1379、1380、1381、1382、1383、1384、1385、1386、1387、1388、1389、1390、1391、1392、1393、1394、1395、1396、1397、1398、1399、1400、1401、1402、1403、1404、1405、1406、1407、1408、1409、1410、1411、1412、1413、1414、1415、1416、1417、1418、1419、1420、1421、1422、1423、1424、1425、1426、1427、1428、1429、1430、1431、1432、1433、1434、1435、1436、1437、1438、1439、1440、1441、1442、1443、1444、1445、1446、1447、1448、1449、1450、1451、1452、1453、1454、1455、1456、1457、1458、1459、1460、1461、1462、1463、1464、1465、1466、1467、1468、1469、1470、1471、1472、1473、1474、1475、1476、1477、1478、1479、1480、1481、1482、1483、1484、1485、1486、1487、1488、1489、1490、1491、1492、1493、1494、1495、1496、1497、1498、1499、1500、1501、1502、1503、1504、1505、1506、1507、1508、1509、1510、1511、1512、1513、1514、1515、1516、1517、1518、1519、1520、1521、1522、1523、1524、1525、1526、1527、1528、1529、1530、1531、1532、1533、1534、1535、1536、1537、1538、1539、1540、1541、1542、1543、1544、1545、1546、1547、1548、1549、1550、1551、1552、1553、1554、1555、1556、1557、1558、1559、1560、1561、1562、1563、1564、1565、1566、1567、1568、1569、1570、1571、1572、1573、1574、1575、1576、1577、1578、1579、1580、1581、1582、1583、1584、1585、1586、1587、1588、1589、1590、1591、1592、1593、1594、1595、1596、1597、1598、1599、1600、1601、1602、1603、1604、1605、1606、1607、1608、1609、1610、1611、1612、1613、1614、1615、1616、1617、1618、1619、1620、1621、1622、1623、1624、1625、1626、1627、1628、1629、1630、1631、1632、1633、1634、1635、1636、1637、1638、1639、1640、1641、1642、1643、1644、1645、1646、1647、1648、1649、1650、1651、1652、1653、1654、1655、1656、1657、1658、1659、1660、1661、1662、1663、1664、1665、1666、1667、1668、1669、1670、1671、1672、1673、1674、1675、1676、1677、1678、1679、1680、1681、1682、1683、1684、1685、1686、1687、1688、1689、1690、1691、1692、1693、1694、1695、1696、1697、1698、1699、1700、1701、1702、1703、1704、1705、1706、1707、1708、1709、1710、1711、1712、1713、1714、1715、1716、1717、1718、1719、1720、1721、1722、1723、1724、1725、1726、1727、1728、1729、1730、1731、1732、1733、1734、1735、1736、1737、1738、1739、1740、1741、1742、1743、1744、1745、1746、1747、1748、1749、1750、1751、1752、1753、1754、1755、1756、1757、1758、1759、1760、1761、1762、1763、1764、1765、1766、1767、1768、1769、1770、1771、1772、1773、1774、1775、1776、1777、1778、1779、1780、1781、1782、1783、1784、1785、1786、1787、1788、1789、1790、1791、1792、1793、1794、1795、1796、1797、1798、1799、1800、1801、1802、1803、1804、1805、1806、1807、1808、1809、1810、1811、1812、1813、1814、1815、1816、1817、1818、1819、1820、1821、1822、1823、1824、1825、1826、1827、1828、1829、1830、1831、1832、1833、1834、1835、1836、1837、1838、1839、1840、1841、1842、1843、1844、1845、1846、1847、1848、1849、1850、1851、1852、1853、1854、1855、1856、1857、1858、1859、1860、1861、1862、1863、1864、1865、1866、1867、1868、1869、1870、1871、1872、1873、1874、1875、1876、1877、1878、1879、1880、1881、1882、1883、1884、1885、1886、1887、1888、1889、1890、1891、1892、1893、1894、1895、1896、1897、1898、1899、1900、1901、1902、1903、1904、1905、1906、1907、1908、1909、1910、1911、1912、1913、1914、1915、1916、1917、1918、1919、1920、1921、1922、1923、1924、1925、1926、1927、1928、1929、1930、1931、1932、1933、1934、1935、1936、1937、1938、1939、1940、1941、1942、1943、1944、1945、1946、1947、1948、1949、1950、1951、1952、1953、1954、1955、1956、1957、1958、1959、1960、1961、1962、1963、1964、1965、1966、1967、1968、1969、1970、1971、1972、1973、1974、1975、1976、1977、1978、1979、1980、1981、1982、1983、1984、1985、1986、1987、1988、1989、1990、1991、1992、1993、1994、1995、1996、1997、1998、1999、2000、2001、2002、2003、2004、2005、2006、2007、2008、2009、2010、2011、2012、2013、2014、2015、2016、2017、2018、2019、2020、2021、2022、2023、2024、2025、2026、2027、2028、2029、2030、2031、2032、2033、2034、2035、2036、2037、2038、2039、2040、2041、2042、2043、2044、2045、2046、2047、2048、2049、2050、2051、2052、2053、2054、2055、2056、2057、2058、2059、2060、2061、2062、2063、2064、2065、2066、2067、2068、2069、2070、2071、2072、2073、2074、2075、2076、2077、2078、2079、2080、2081、2082、2083、2084、2085、2086、2087、2088、2089、2090、2091、2092、2093、2094、2095、2096、2097、2098、2099、2100、2101、2102、2103、2104、2105、2106、2107、2108、2109、2110、2111、2112、2113、2114、2115、2116、2117、2118、2119、2120、2121、2122、2123、2124、2125、2126、2127、2128、2129、2130、2131、2132、2133、2134、2135、2136、2137、2138、2139、2140、2141、2142、2143、2144、2145、2146、2147、2148、2149、2150、2151、2152、2153、2154、2155、2156、2157、2158、2159、2160、2161、2162、2163、2164、2165、2166、2167、2168、2169、2170、2171、2172、2173、2174、2175、2176、2177、2178、2179、2180、2181、2182、2183、2184、2185、2186、2187、2188、2189、2190、2191、2192、2193、2194、2195、2196、2197、2198、2199、2200、2201、2202、2203、2204、2205、2206、2207、2208、2209、2210、2211、2212、2213、2214、2215、2216、2217、2218、2219、2220、2221、2222、2223、2224、2225、2226、2227、2228、2229、2230、2231、2232、2233、2234、2235、2236、2237、2238、2239、2240、2241、2242、2243、2244、2245、2246、2247、2248、2249、2250、2251、2252、2253、2254、2255、2256、2257、2258、2259、2260、2261、2262、2263、2264、2265、2266、2267、2268、2269、2270、2271、2272、2273、2274、2275、2276、2277、2278、2279、2280、2281、2282、2283、2284、2285、2286、2287、2288、2289、2290、2291、2292、2293、2294、2295、2296、2297、2298、2299、2300、2301、2302、2303、2304、2305、2306、2307、2308、2309、2310、2311、2312、2313、2314、2315、2316、2317、2318、2319、2320、2321、2322、2323、2324、2325、2326、2327、2328、2329、2330、2331、2332、2333、2334、2335、2336、2337、2338、2339、2340、2341、2342、2343、2344、2345、2346、2347、2348、2349、2350、2351、2352、2353、2354、2355、2356、2357、2358、2359、2360、2361、2362、2363、2364、2365、2366、2367、2368、2369、2370、2371、2372、2373、2374、2375、2376、2377、2378、2379、2380、2381、2382、2383、2384、2385、2386、2387、2388、2389、2390、2391、2392、2393、2394、2395、2396、2397、2398、2399、2400、2401、2402、2403、2404、2405、2406、2407、2408、2409、2410、2411、2412、2413、2414、2415、2416、2417、2418、2419、2420、2421、2422、2423、2424、2425、2426、2427、2428、2429、2430、2431、2432、2433、2434、2435、2436、2437、2438、2439、2440、2441、2442、2443、2444、2445、2446、2447、2448、2449、2450、2451、2452、2453、2454、2455、2456、2457、2458、2459、2460、2461、2462、2463、2464、2465、2466、2467、2468、2469、2470、2471、2472、2473、2474、2475、2476、2477、2478、2479、2480、2481、2482、2483、2484、2485、2486、2487、2488、2489、2490、2491、2492、2493、2494、2495、2496、2497、2498、2499、2500、2501、2502、2503、2504、2505、2506、2507、2508、2509、2510、2511、2512、2513、2514、2515、2516、2517、2518、2519、2520、2521、2522、2523、2524、2525、2526、2527、2528、2529、2530、2531、2532、2533、2534、2535、2536、2537、2538、2539、2540、2541、2542、2543、2544、2545、2546、2547、2548、2549、2550、2551、2552、2553、2554、2555、2556、2557、2558、2559、2560、2561、2562、2563、2564、2565、2566、2567、2568、2569、2570、2571、2572、2573、2574、2575、2576、2577、2578、2579、2580、2581、2582、2583、2584、2585、2586、2587、2588、2589、2590、2591、2592、2593、2594、2595、2596、2597、2598、2599、2600、2601、2602、2603、2604、2605、2606、2607、2608、2609、2610、2611、2612、2613、2614、2

介して基板 1 8 0 の各配線パターン 1 7 1、1 7 2 と接続されている。

#### 【0 1 3 6】

また各ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 上におけるワイヤ 1 8 1、1 8 2 の接続位置は、各ボンディング電極 1 4 1 と 1 4 2 の横幅に対して図 1 3 に示すように 1 / 2 より外側の位置、すなわち電流の向きに沿う電極長さの 1 / 2 より外側であるワイヤ接続に適した位置 1 4 3 と 1 4 4 に形成されている。

#### 【0 1 3 7】

したがって、ユーザは、電子部品 2 0 0 を用いることにより抵抗器 1 0 0 に電圧測定用のワイヤ 1 8 1、1 8 2 をボンディング接続する手間を省くことができる。また電子部品 2 0 0 は、小型でスペースをとらない構造となっているため、ユーザは、この電子部品 2 0 0 を、例えば図 1 に示す基板 1 5 0 の任意の位置に取り付けることも可能である。また図 1 3 において、抵抗値 1 0 0 のすべてとワイヤ 1 8 1、1 8 2 のすべてと配線パターン 1 6 1、1 6 2、1 7 1、1 7 2 の各一部とをモールド樹脂成形してもよい。

#### 【0 1 3 8】

##### [第 4 の実施の形態]

##### [電流検出用電子部品の構造]

次に、第 4 の実施の形態の電子部品について、その構造および特性を以下に説明する。図 1 4 に、電流検出用の電子部品 6 0 0 の構造を示す。電子部品 6 0 0 は、図 7 に示す抵抗器 5 0 0 を専用基板 5 8 0 上に搭載してモジュール化したものであり、ユーザによる抵抗器 5 0 0 を用いる電流検出をより容易に実行できるように考案されたものである。

#### 【0 1 3 9】

すなわち、基板 5 8 0 には、電極 5 2 1、5 2 2 よりも高い比抵抗を有する絶縁体 5 8 3 上に、銅材料などからなる複数の配線用パターン 5 6 1、5 6 2、5 7 1、5 7 2 が形成されている。また、抵抗器 5 0 0 の電極 5 2 1、5 2 2 は、

図 1 4 (a) 配線

図 1 4 (b) 抵抗器

おり、さらに抵抗体の両端と 5 4 3 の位置において、電圧測定用のワイヤ 1 8 1、5 8 2 を介して基板 5 8 0 の各配線パターン 5 7 1、5 7 2 と接続されてい

る。

#### 【0140】

なお図14における抵抗体510にワイヤを接続する542と543の位置は、抵抗体の両端部に電極521、522が配置された第1面に対向する抵抗体の第二の面でかつ電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側の位置であり、この542と543の位置で電圧測定用のワイヤ581、582を接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

#### 【0141】

したがって、ユーザは、電子部品600を用いることにより、抵抗器500に電圧測定用のワイヤをボンディング接続する手間を省くことができる。また電子部品600は小型でスペースをとらない構造となっているため、ユーザは、この電子部品600を例えば、図7に示す基板550の任意の位置に取り付けることも可能である。

#### 【0142】

また図14において、抵抗器500のすべてとワイヤ581、582のすべてと配線パターン561、562、571、572の各一部とをモールド樹脂成形または他の方法にてモジュール化、集積化してもよい。

#### 【0143】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明により電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供することができる。

#### 【0144】

またさらに、本発明により上記の電流測定に適した抵抗器を用いる電子部品およびその使用方法を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

図1は、本発明の抵抗器の一例を示す図である。

##### 【図2】

抵抗体の種類を示す図である。

【図 3】

本発明の第一の実施形態である抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図 4】

本発明の第一の実施形態である抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

【図 5】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

## 【图 6】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図 7】

本発明の第二の実施形態である抵抗器の概略構造図である。

【图 8】

抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図9】

抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

## 【图 10】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【图 1 1】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

## 【图 1 2】

従来のシャント抵抗器の概略構造図である。

## 【图 13】

本発明の第三の実施形態である電流測定用電子部品の概略構造図である。

## 【图 14】

〔符号の說明〕

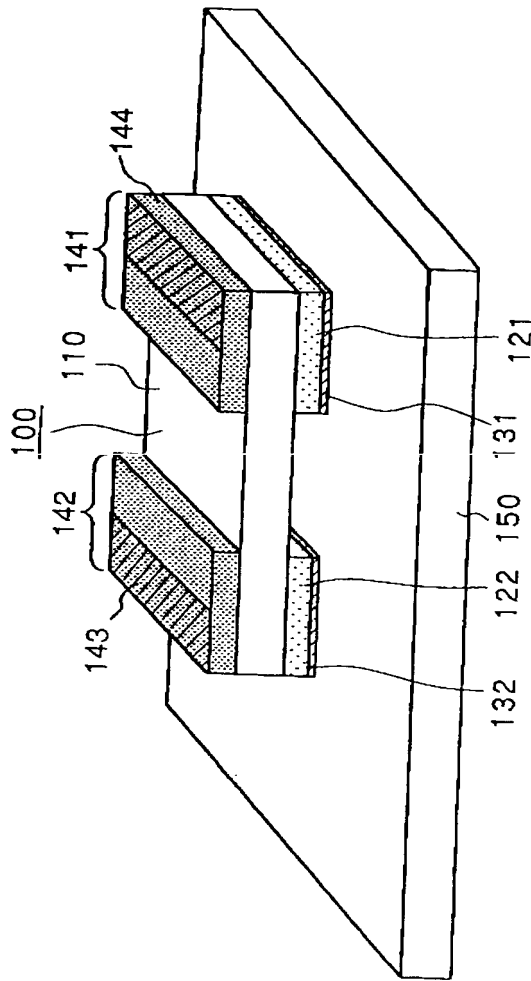
1 0 0 抵抗器

- 1 1 0 抵抗体
- 1 2 1 接合用電極
- 1 2 2 接合用電極
- 1 3 1 溶融はんだ材
- 1 3 2 溶融はんだ材
- 1 4 1 ボンディング電極
- 1 4 2 ボンディング電極
- 1 4 3 電圧測定用ワイヤの接続に適した位置
- 1 4 4 電圧測定用ワイヤの接続に適した位置
- 2 0 0 電子部品
- 1 6 1 配線用パターン
- 1 6 2 配線用パターン
- 1 7 1 配線用パターン
- 1 7 2 配線用パターン
- 1 8 0 基板
- 1 8 1 電圧測定用ワイヤ
- 1 8 2 電圧測定用ワイヤ
- 1 8 3 絶縁体

【書類名】

図面

【図 1】

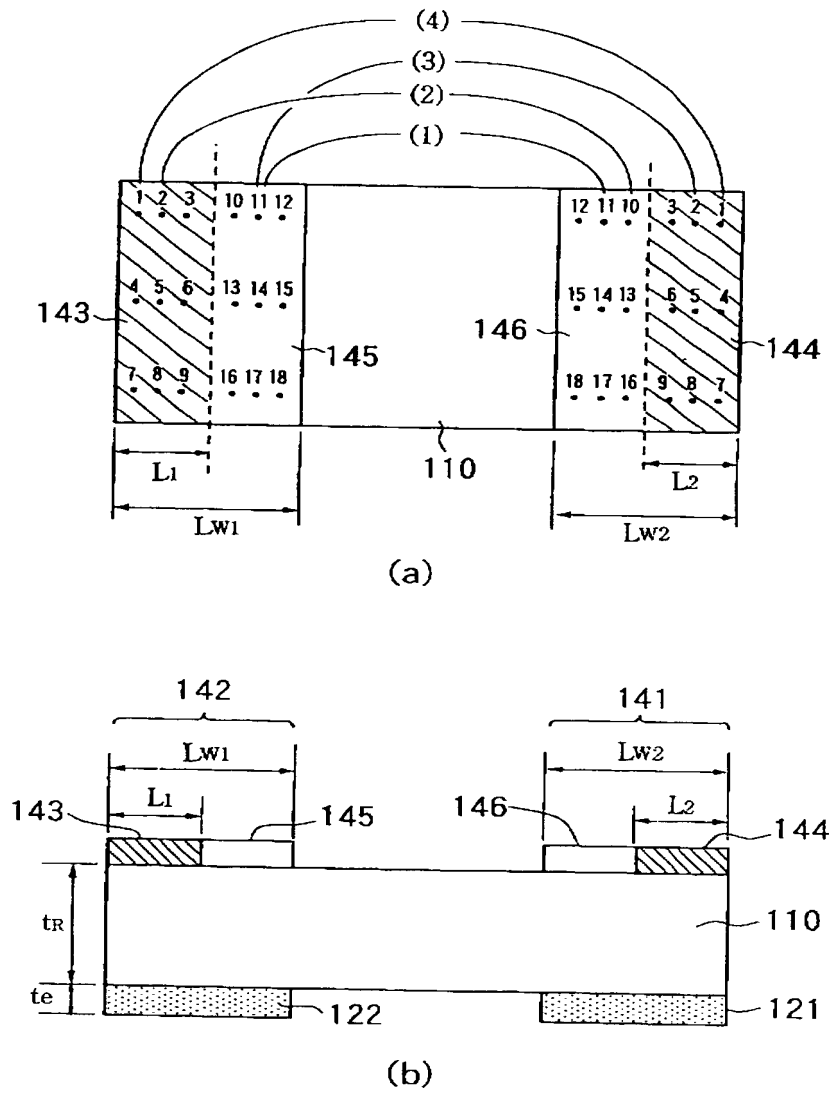




【図 2】

抵抗体種類	組成/組成比	品名例	比抵抗 ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )
Cu-Ni系合金	Ni/2~50, Cu/98~50	JIS規格品など	5~49
Ni-Cr系合金	Cr/15~21, Ni/77~57,他	JIS規格品など	~100
Fe-Cr系合金	Cr/17~26, Fe/81~68,他	JIS規格品など	130~165
6元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Paliney # 6 など	6.1
7元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Paliney # 7 など	6.9
8元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38,他	Paliney # 8 など	5.9
9元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30,他	Paliney # 9 など	7.2
Pd-Pt系合金	Pt + Pd/80, Ag/4.5,他	NeyoroG など	4.4
Au-Ag合金	Au/75,Ag/25	Neyoro28 など	2.1
Au-Pt-Ag 合金	Au + Pt/75, Pd/25	Neyoro69 など	3.1

【図 3】



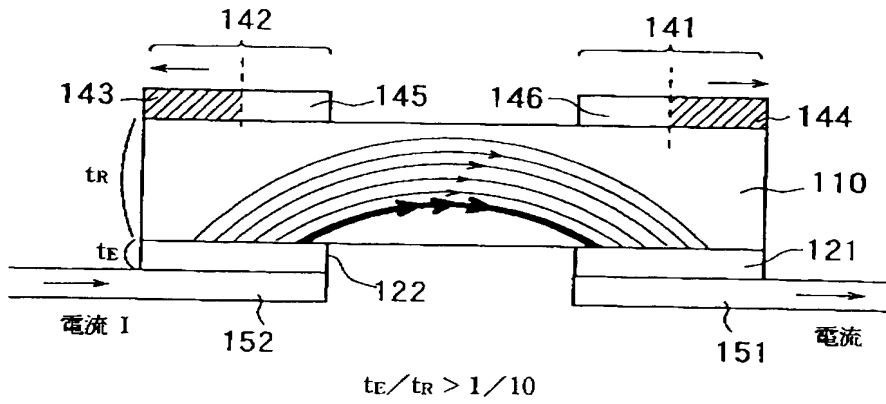
【図 4】

条 件	リード線接続位置		電圧の変動値 $\Delta V(\%)$
	左側電極 ( $L_1/L_{W1}$ )	右側電極 ( $L_2/L_{W2}$ )	接合電極の厚さ/抵抗体の厚さの比 $t_E/tr$
			1/10以下 <sup>1)</sup>
(1)	0.5より大	0.5より大	1/10より大 <sup>2)</sup>
(2)	0.5より大	0.5より小	$\pm 10\%$ 以上
(3)	0.5より小	0.5より大	$\pm 10\%$ 以上
(4)	0.5より小	0.5より小	$\pm 10\%$ 以上

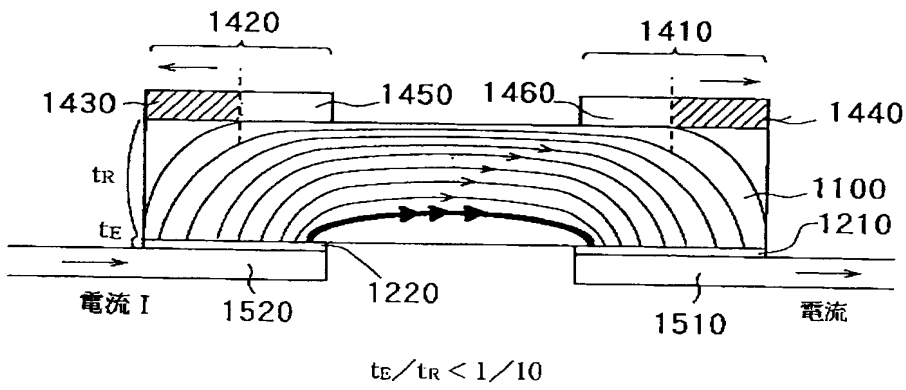
1) 比較に用いた抵抗器

2) 本実施形態の抵抗器

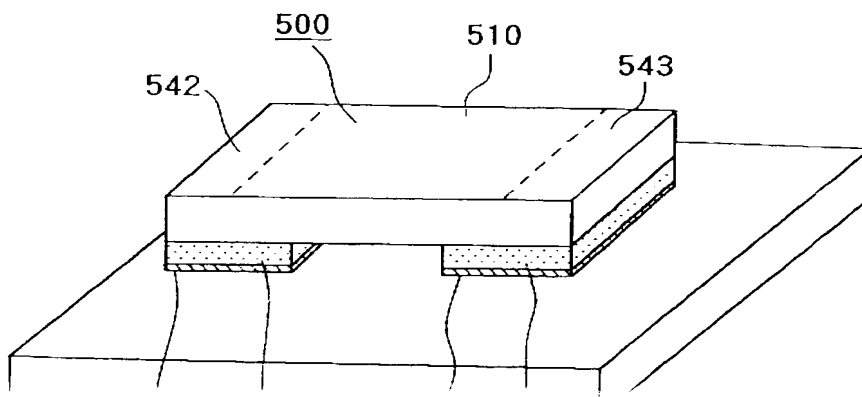
【図 5】



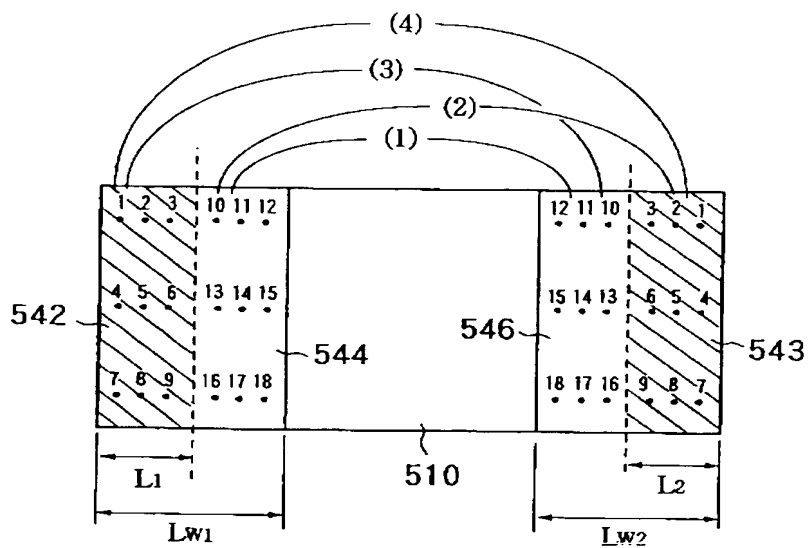
【図 6】



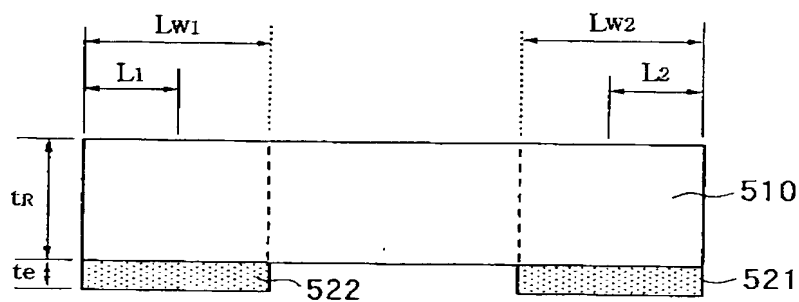
【図 7】



【図 8】



(a)



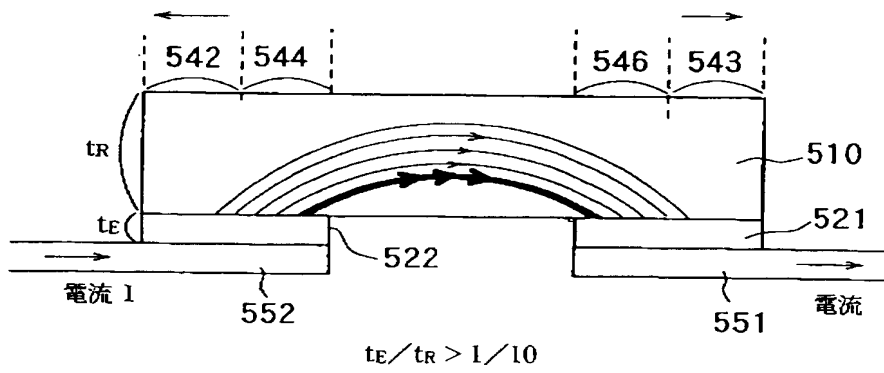
(b)

【図 9】

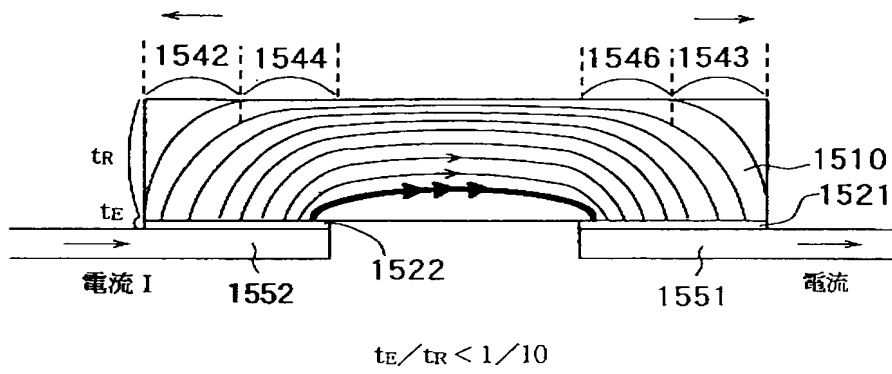
条 件	リード線接続位置		電圧の変動値 $V/V_0(\%)$	
	左側電極 ( $L_1/L_{W1}$ )	右側電極 ( $L_2/L_{W2}$ )		
				接合電極の厚さ／抵抗体の厚さの比 $t_b/t_r$
		1/10 より小 1)	1/10 より大 2)	
(1)	0.5 より大	0.5 より大	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 5\sim 10\%$
(2)	0.5 より大	0.5 より小	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 3\sim 5\%$
(3)	0.5 より小	0.5 より大	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 3\sim 5\%$
(4)	0.5 より小	0.5 より小	$\pm 10\%$ 以上	$\pm 0.1\%$ 以内

1) 比較に用いた抵抗器  
2) 本実施形態の抵抗器

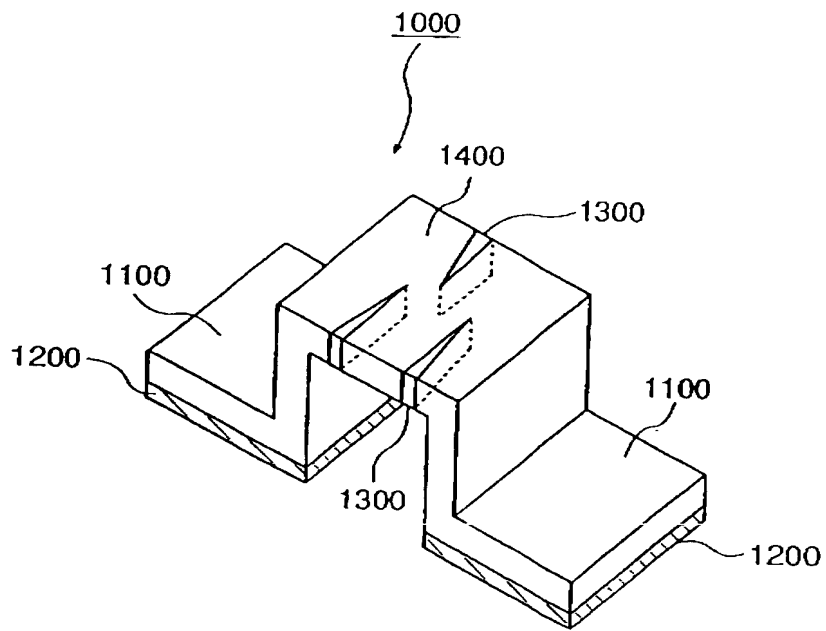
【図 10】



【図 11】

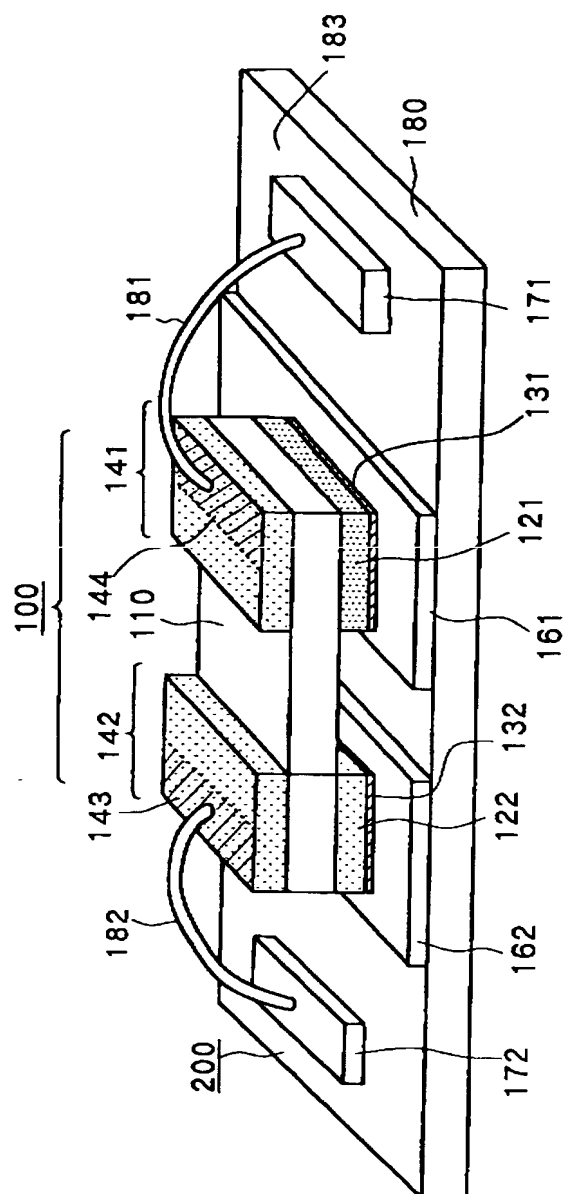


【図 1 2】

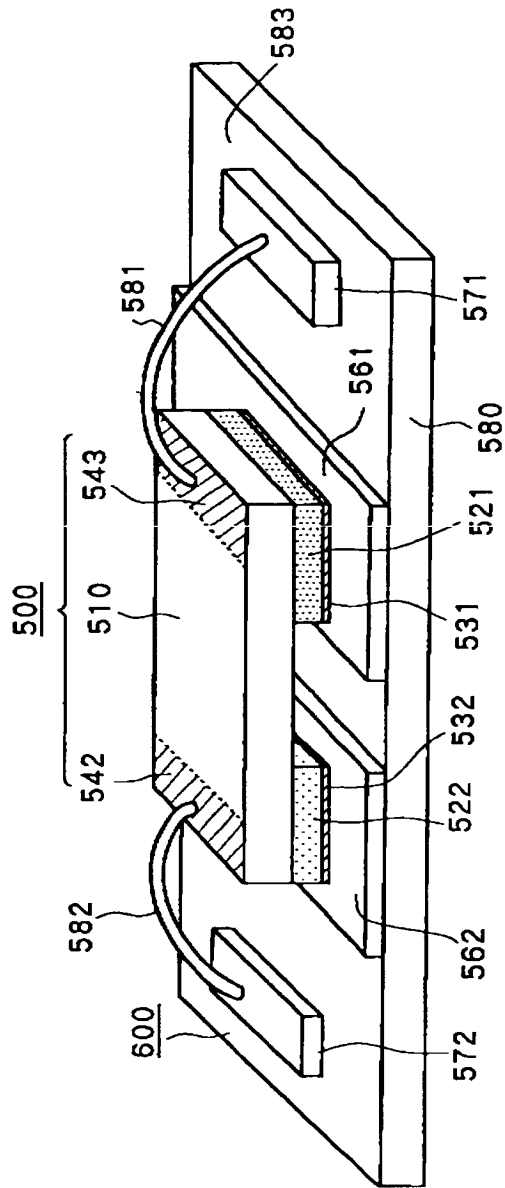




【図13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供する。またさらに、上記抵抗器を用いる電子部品およびその使用方法を提供する。

【解決手段】 抵抗器 1 0 0 は、1 1 0 に示す貴金属合金等から製造される抵抗体および 1 2 1 と 1 2 2 に示す高伝導性の接合用電極、1 4 1 と 1 4 2 に示すボンディング電極から構成され、接合用電極の厚さ  $t_E$  と抵抗体の厚さ  $t_R$  の比は、 $t_E / t_R > 0.1$  に制御されている。またボンディング電極 1 4 1、1 4 2 の横幅の  $1/2$  より外側端部 1 4 3、1 4 4 には、電圧測定用のワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。このため抵抗器 1 0 0 は、電流を精度よく測定できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号                    [ 0 0 0 1 0 5 3 5 0 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年   8 月 2 3 日
[変更理由]	新規登録
住 所	長野県伊那市大字伊那 3 6 7 2 番地
氏 名	コア株式会社